

IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES)



Grupo I+DEA

Cuzco (Perú), 1-5 noviembre de 2010 UNIVERSIDAD DE JAEN

**DEGRADACIÓN DE MÓDULOS CIS
TRAS UN AÑO DE EXPOSICIÓN EXTERIOR EN UN ENCLAVE SOLEADO**

**Nofuentes G., Fuentes M., Aguilera J., De la Casa, J.
Plazaola, C. (*)**

Grupo de Investigación IDEA. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Jaén. Campus de Las Lagunillas, s/n. 23071-Jaén (España).

Tel: +34 953 212 434. Fax: +34 953 211 967.

E-mail: gnofuen@ujaen.es

(*) Universidad Tecnológica de Panamá

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETIVO**
- 3. METODOLOGÍA**
- 4. CONFIGURACIÓN EXPERIMENTAL**
- 5. RESULTADOS EMPÍRICOS**
- 6. CONCLUSIONES**

Módulos fotovoltaicos basados en materiales de estructura calcopirita (CIS, CIGS):

- Presencia aún marginal en el mercado
- Gran potencial: algunas previsiones de fabricación de hasta 1 GWp/año en la próxima década
- Existencia de módulos con eficiencias de célula en torno al 13% en CEM. Varios fabricantes proporcionan garantías del 90% de la potencia pico durante 10 años
- Estabilidad a sol real escasamente documentada y no comprendida satisfactoriamente. Controversia acerca del uso de simuladores solares para calibrar la potencia pico en CEM antes y después de la exposición a la intemperie

OBJETIVO

- Una auditoría técnica sobre la tecnología CIS/CIGS puede asesorar a diseñadores de sistemas, entidades financieras e inversores
- El estudio de la estabilidad de la potencia pico a lo largo del tiempo en climas soleados puede conducir a un empleo confiado de estos módulos en áreas geográficas con alto nivel de irradiación

OBJETIVO

Contribución al estudio de la degradación a sol real de módulos CIS

- 1. Análisis de datos experimentales de funcionamiento a sol real durante 12 meses de dos módulos CIS:**
 - Evolución de potencia máxima normalizada y corregida en temperatura para CEM
 - Cálculo del factor de rendimiento (*performance ratio*, en inglés) de cada módulo (PR_M)
- 2. Comparación de los valores de potencia máxima en CEM de dichos módulos suministrados por un Laboratorio Acreditado Independiente (CIEMAT-IER) antes y después de la exposición a la intemperie.**

CONFIGURACIÓN EXPERIMENTAL

Grupo I+DEA



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Módulo calibrado Shell™ ST5 de 5Wp:
sensor de irradiancia

DTR Pt100: Sensor de
temperatura de célula



Módulos A y B, desde ahora

Dos módulos calibrados
Shell™ ST40 de 40 Wp



JAÉN

Lat. 38°N; Long. 3°O
Clima continental-
mediterráneo

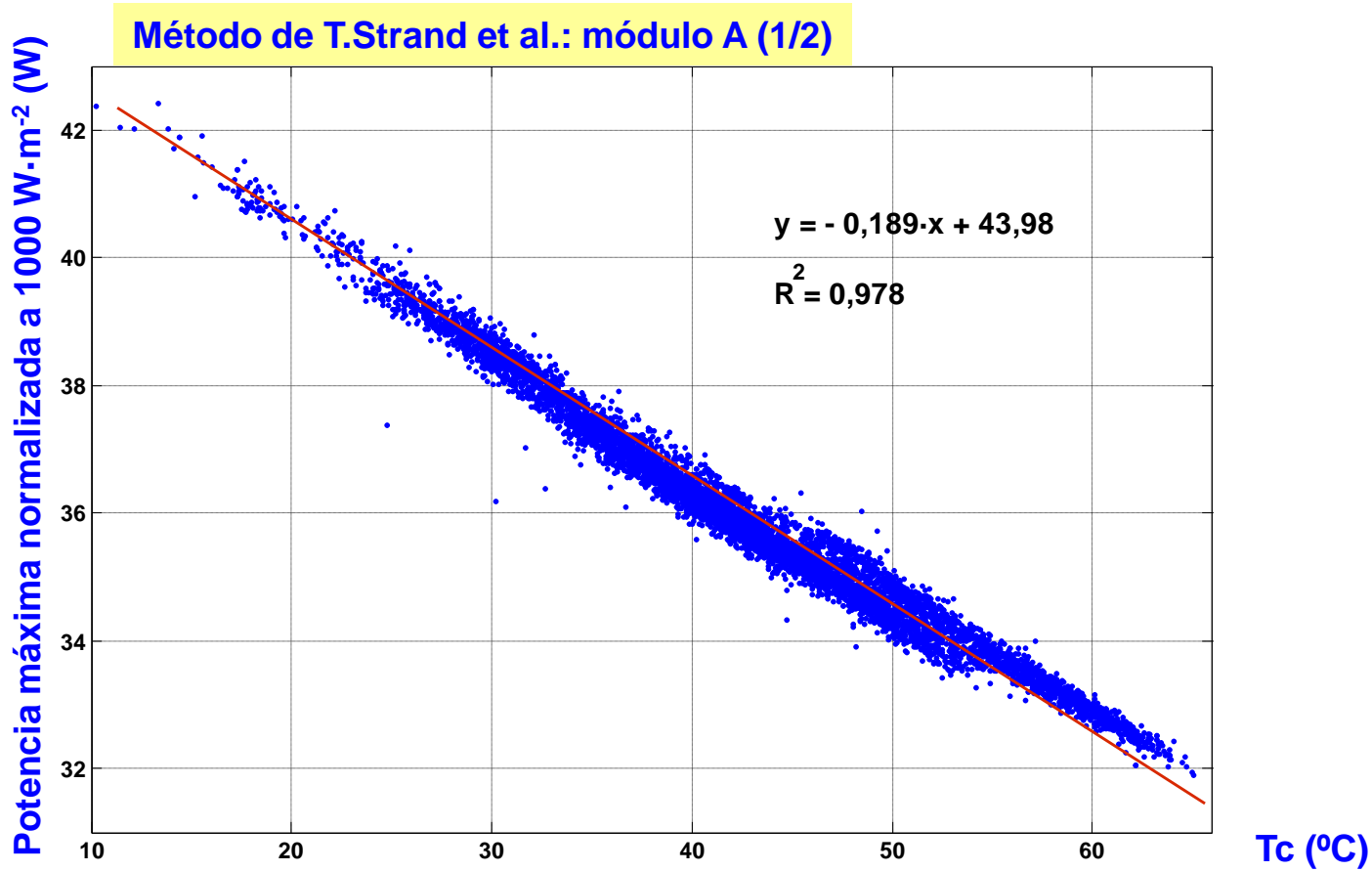
Fuente de alimentación
(Kepco™ BOP36-12M) +
Unidad de conmutación
(Agilent™ 34970A) +
Labview™ sobre PC

Trazador de curvas
Tensión-Intensidad



Relés de alta
potencia. Es
posible
secuenciar la
obtención de
curvas V-I de
hasta 4
módulos

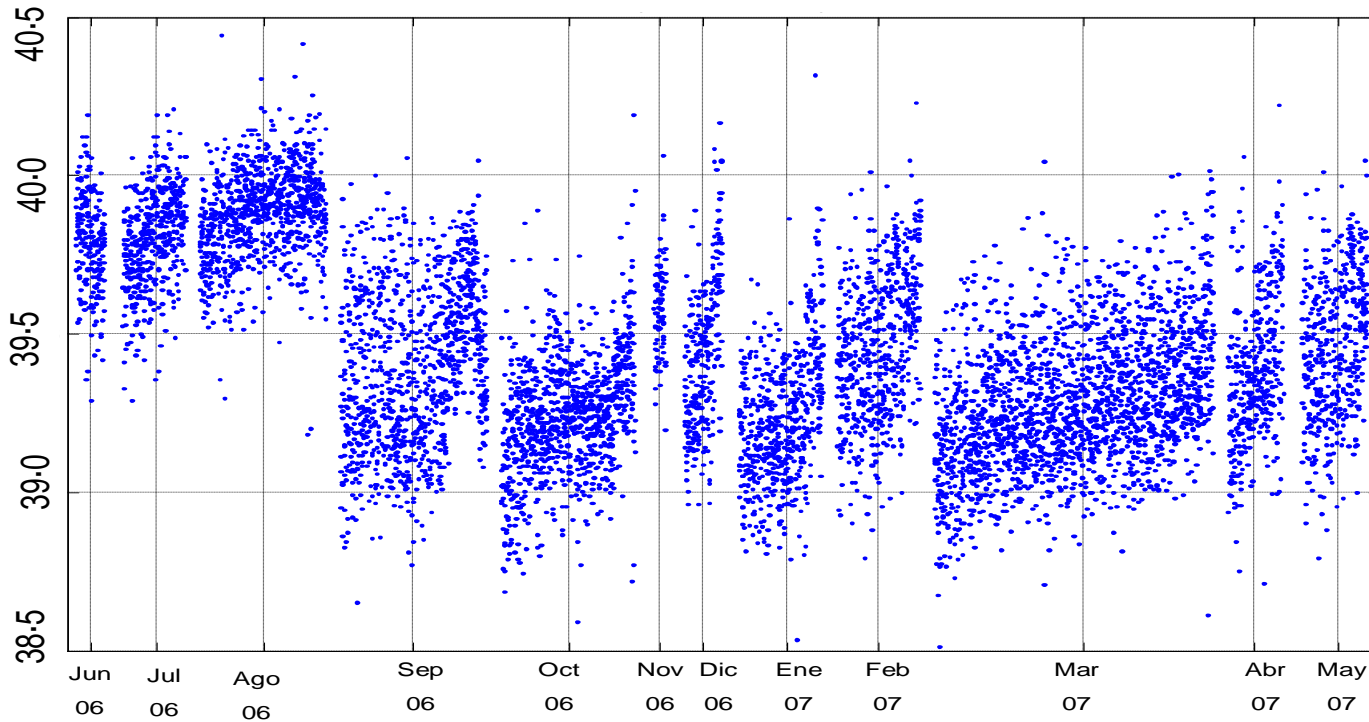




Regresión lineal: el coeficiente de temperatura para la potencia máxima (gamma) resultó ser mejor para ambos módulos que el proporcionado por el fabricante (-0.0048 °C⁻¹ vs -0,006 °C⁻¹)!!!! 7

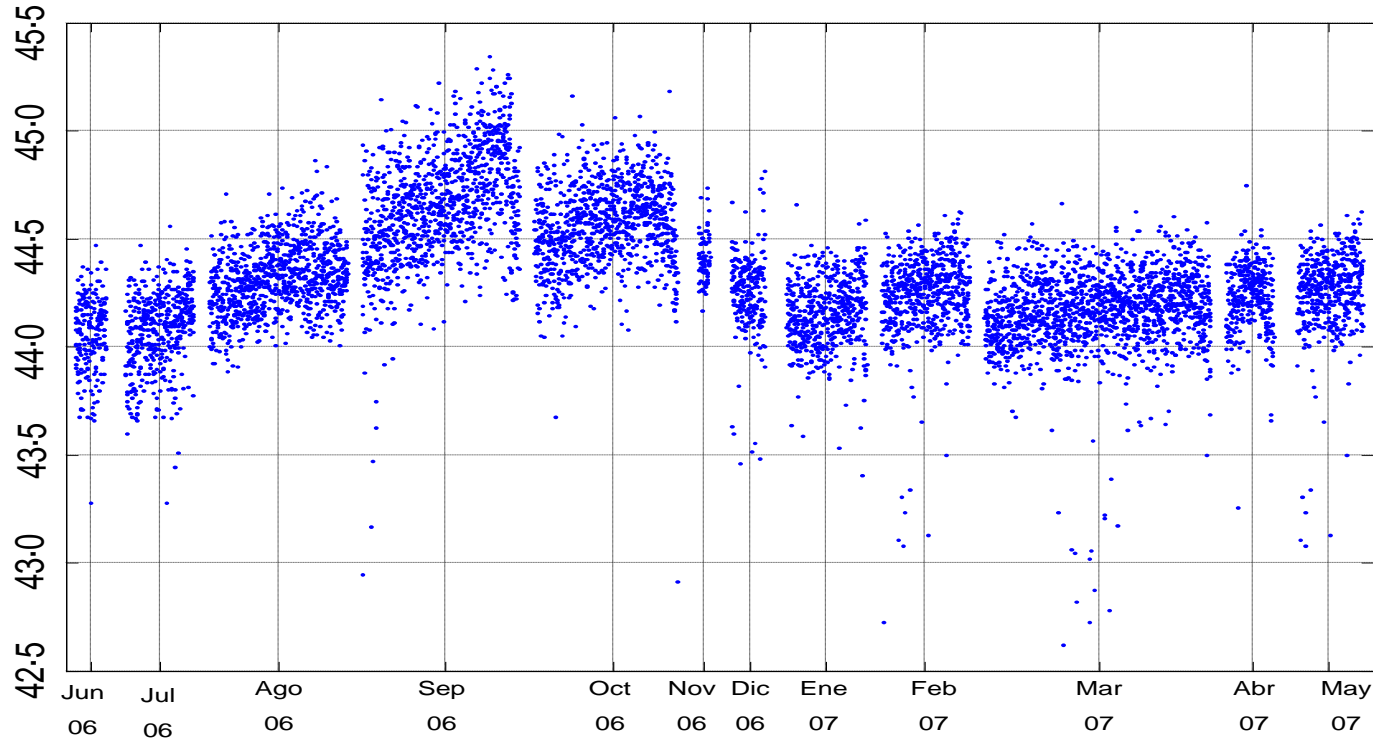
Método de T.Strand e al.: módulo A (2/2)

Potencia máxima normalizada y corregida
en temperatura para CEM (W)



Método de T.Strand e al.: módulo B

Potencia máxima normalizada y corregida
en temperatura para CEM (W)



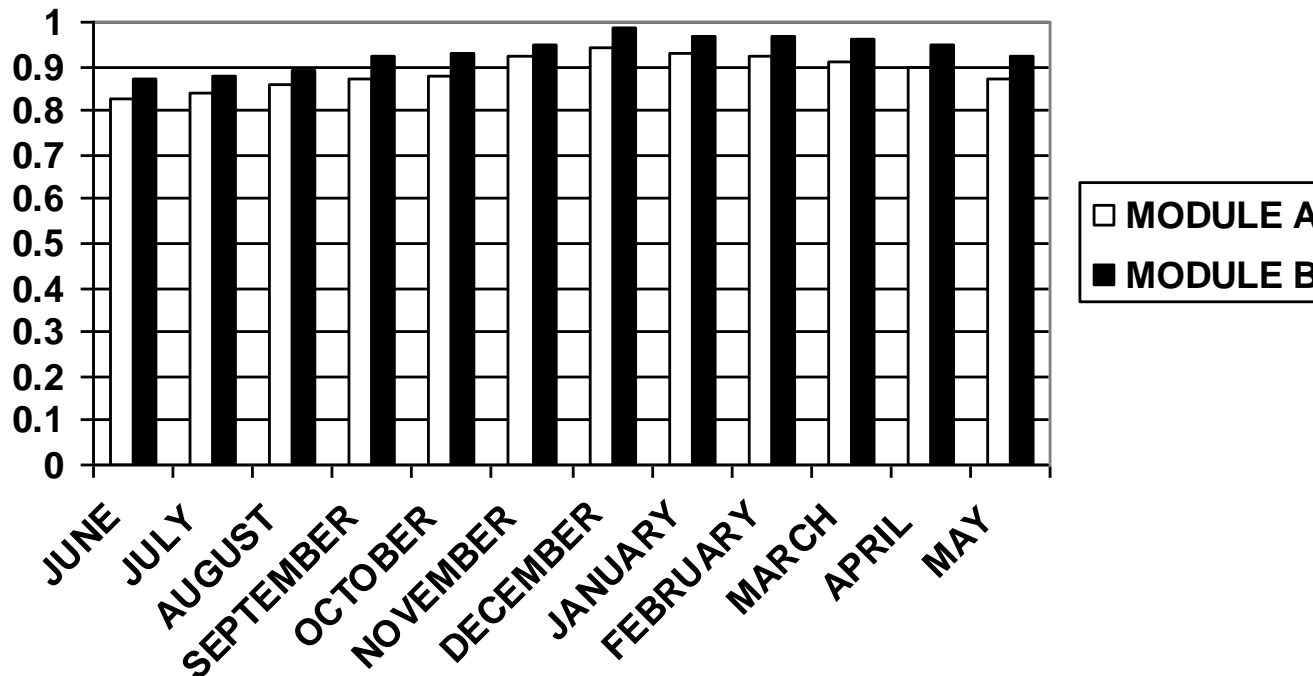
RESULTADOS EMPÍRICOS (4/5)

Factor de rendimiento
Performance Ratio (PR_M)

$$PR_M = \frac{E}{P_{MOD,M}^*} \div \frac{H}{G^*}$$

Donde:

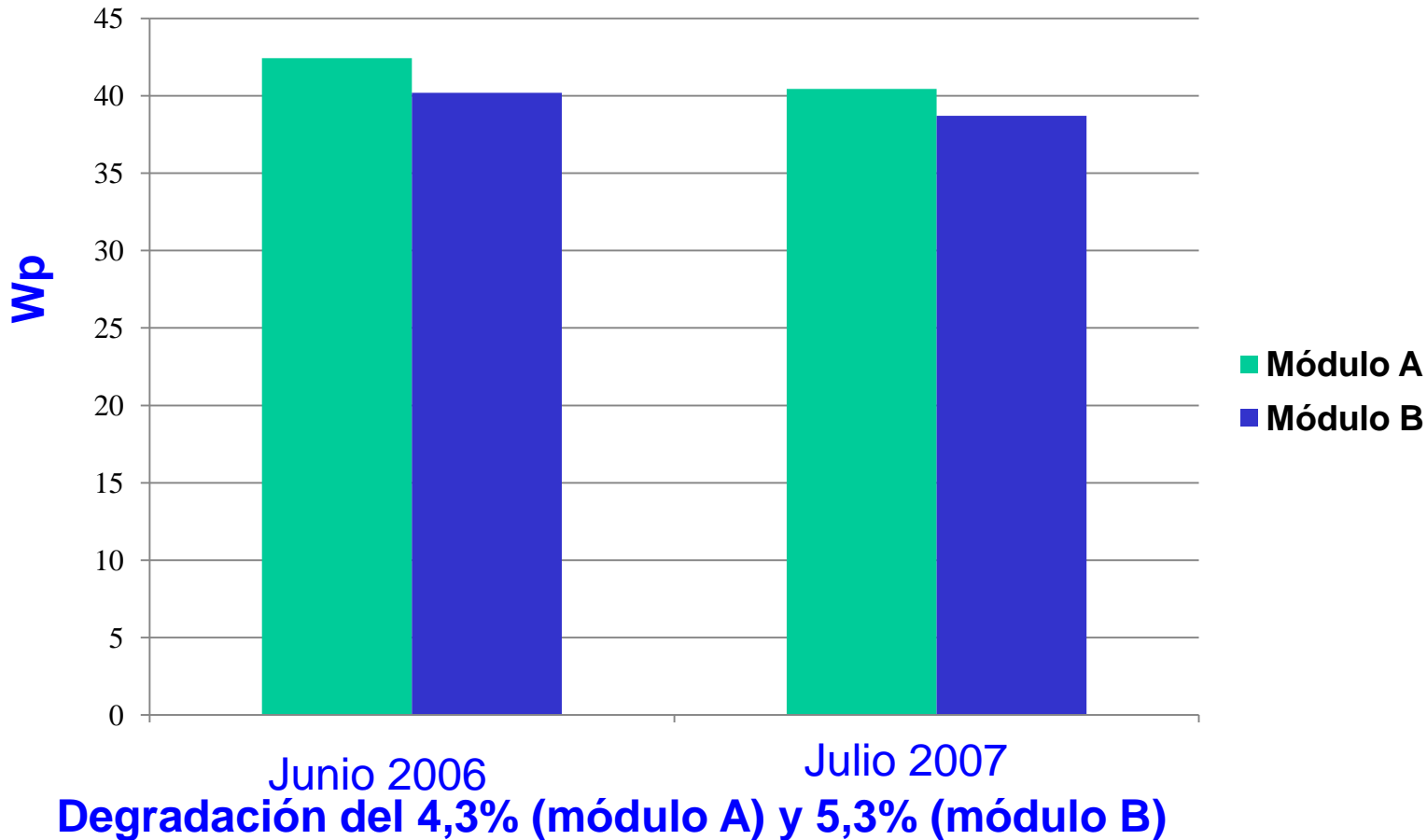
E = Energía producida en el período de tiempo bajo análisis(Wh); H = Irradiación incidente durante el período de tiempo bajo nanálisis ($Wh \cdot m^{-2}$); $G^* = 1000 W \cdot m^{-2}$; $P_{MOD,M}^*$ = Potencia pico calibrada por un Laboratorio Acreditado Independiente (W)



PR_M anual =
0,93 para el
módulo A

PR_M anual =
0,89 para el
módulo B

Calibración en CEM de la potencia máxima de los módulos en el CIEMAT-IER antes y después de la campaña experimental



1. La potencia máxima normalizada a $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y corregida a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ –método de T. Strand et al. – muestra una buena estabilidad para los dos módulos ensayados durante el período analizado de doce meses
2. Los valores del factor de rendimiento o performace ratio medidos para los módulos A y B (0,93 y 0,89, respectivamente) apoyan la conclusión anterior
3. La degradación experimentada por los módulos antes y después de la campaña experimental de doce meses es inferior al 5,5%, según datos proporcionados por un Laboratorio Acreditado Independiente
4. Estos resultados optimistas deben ser tomados con cautela debido a las siguientes razones:
 - Muestra muy limitada (2 módulos) de un único fabricante
 - Otras consideraciones de índole tecnológica (el factor de forma puede verse afectado de forma distinta para los módulos fabricados por diferentes fabricantes de módulos CIS, p. ej.)
5. Actualmente se siguen ensayando y midiendo módulos CIS en la Universidad de Jaén, con resultados positivos

IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII- SPES)



Grupo I+DEA

Cuzco (Perú), 1-5 noviembre de 2010 UNIVERSIDAD DE JAEN

Gracias por su atención

Dr. G. Nofuentes

Tel: +34.953.212.434 Fax: +34.953.211967

E-Mail: gnofuen@ujaen.es